



**METODE AHP TOPSIS DAN FUZZY MOLP PADA APLIKASI PENGAMBILAN
KEPUTUSAN DAN PEMILIHAN SUPPLIER**

Oleh
Siti Komsiyah
Universitas Bina Nusantara
Email: citie_math@binus.ac.id

Abstrak

Perkembangan pasar yang semakin pesat membuat perusahaan harus mampu bersaing secara global dengan tetap mempertahankan performance. Pemilihan supplier merupakan hal penting untuk menunjang performance perusahaan, karena pemilihan supplier yang tidak tepat dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang program aplikasi berbasis web untuk menentukan bobot subkriteria dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan memilih supplier terbaik dengan metode Technique Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) serta menghitung alokasi pesanan untuk masing-masing supplier dengan metode Fuzzy Multi Objective Linear Programming (FMOLP). Penelitian ini dilakukan pada toko Jaya Cibodas Toy's dengan mengambil objek produk mobil remote control. Metode AHP menghasilkan bobot subkriteria kualitas produk 0.193, cacat produk 0.173, harga produk 0.131, biaya 0.100, payment term 0.096, ketepatan waktu 0.100, ketepatan jumlah 0.066, response 0.044, fleksibel 0.030, after sale service 0.025, lead time 0.019, reputasi supplier 0.014, demand 0.010, sedangkan untuk merangking supplier digunakan TOPSIS dan menghitung alokasi kuota digunakan FMOLP dengan hasil Winner Toys 45%, Sumatera Toys 25,6%, Bintang Toys 22,9%, Lestari Toys 6.5%, dan Green Toys 0%

Kata Kunci: Pemilihan Supplier, Subkriteria, Alokasi Kuota, AHP, TOPSIS, FMOLP

PENDAHULUAN

Permasalahan dalam mengevaluasi *supplier* selalu berkaitan erat dengan pemilihan *supplier* yang tepat, dengan alokasi kuotanya yang berbeda-beda. Satu kesalahan dalam pemilihan *supplier* dapat menjadi suatu hal yang nantinya mengacaukan rencana yang sudah ada bahkan dapat membuat perusahaan dapat berhenti beroperasi untuk sementara waktu. Terdapat beberapa kriteria dalam melakukan evaluasi *supplier* antara lain kualitas, ekonomis, pengiriman, pelayanan, dan kapabilitas. Permasalahan tersebut merupakan permasalahan yang harus diselesaikan dengan baik. Dalam penelitian ini digunakan model AHP TOPSIS dan *fuzzy* MOLP untuk menyelesaikan permasalahan pada evaluasi dan pemilihan *supplier* pada toko Jaya Cibodas Toys. Proses evaluasi dan pemilihan *supplier* di toko mainan anak-anak melibatkan banyak kriteria yang harus dipertimbangkan, baik kriteria berwujud (*tangible*) maupun tidak berwujud (*intangible*),

baik kriteria kualitatif maupun kuantitatif, yang mungkin saja bertentangan dan *vague*.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menguji pengaruh kriteria-kriteria tersebut dalam menentukan pemilihan *supplier* terbaik. Dalam penelitian Dino Caesaron (2014), pengolahan data dengan AHP dan TOPSIS menunjukkan bahwa Kebijakan Permodalan adalah strategi terbaik yang harus diaplikasikan dalam penentuan kebijakan pembinaan UMKM. Lidya Merry (2014) berkontribusi penelitian dengan metode AHP dan TOPSIS ini dapat membantu PT Hero Supermarket, Tbk dalam memilih dan mengevaluasi *supplier* buah sesuai dengan kriteria utama di samping kriteria lain yang bias menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan *supplier*. Pada penelitian yang dilakukan Rahmawan bagus Trianto (2013), hasil penghitungan dan pengujian yang telah dilakukan, metode AHP-TOPSIS telah diimplementasikan dalam penentuan peminatan peserta didik di SMA Negeri 6 Semarang dengan

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>

Open Journal Systems

Vol.14 No.3 Oktober 2019



menggunakan kriteria pedoman peminatan dari pemerintah. Philip Darmawan dan Ajib Susanto (2014), metode AHP dan TOPSIS dapat digunakan untuk memecahkan masalah penyeleksian beasiswa dengan perhitungan dua metode tersebut didapatkan bahwa kriteria yang paling diprioritaskan adalah massa kerja dibandingkan dengan keempat kriteria lainnya seperti kinerja, *record* tunggaan, direkomendasi kepala sekolah dan sedang menerima beasiswa. Dalam penelitian lain yang dilakukan Paryanta dan Arbelia (2011) menyatakan dengan adanya sistem pendukung keputusan penentuan kenaikan jabatan bagi karyawan pada suatu perusahaan dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS ini dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dan memenuhi rasa keadilan, sehingga berdampak pada kemajuan perusahaan.

Pada penelitian ini, dilakukan studi pendahuluan yaitu mempelajari bagaimana proses pemilihan supplier yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga dari studi itu bahwa dalam proses pemilihan supplier tidak cukup hanya mempertimbangkan satu kinerja sebagai penentu seberapa baik atau seberapa jeleknya supplier karena kinerja supplier dipengaruhi oleh banyak hal. Studi lain yang sudah dilakukan adalah pemilihan perangkat lunak untuk membuat aplikasi AHP-TOPSIS dan Fuzzy Multi Objective Linear Programming Untuk Evaluasi dan Pemilihan Supplier.

LANDASAN TEORI

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP merupakan salah satu model untuk pengambilan keputusan yang dapat membantu kerangka berfikir manusia. Metode ini mula-mula dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70-an. Dasar berpikirnya metode AHP adalah proses membentuk skor secara numerik untuk menyusun ranking setiap alternatif keputusan berbasis pada bagaimana sebaiknya alternatif itu dicocokkan dengan kriteria pembuat keputusan. Proses pengambilan keputusan pada dasarnya adalah memilih suatu alternatif. Peralatan utama AHP adalah sebuah

hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan ke dalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki. Suatu tujuan yang bersifat umum dapat dijabarkan dalam beberapa subtujuan yang lebih terperinci dan dapat menjelaskan maksud tujuan umum. Penjabaran ini dapat dilakukan terus hingga diperoleh tujuan yang bersifat operasional. Pada hierarki terendah dilakukan proses evaluasi atas alternatif-alternatif yang merupakan ukuran dari pencapaian tujuan utama dan pada hierarki terendah ini dapat ditetapkan dalam satuan apa suatu kriteria diukur. (Mulyono, 2004:334)

Langkah-langkah AHP untuk menetapkan prioritas dapat dilakukan dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan dan melakukan normalisasi dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Membuat matriks berpasangan

$$A = [a_{im}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$i, m = 1, 2, \dots, n$ = indeks kriteria-kriteria peminatan peserta didik.

Menurut Saaty penilaian perbandingan terbaik dalam mengekspresikan pendapat digunakan skala 1 sampai dengan 9, seperti pada tabel 1 di bawah.

Tabel 1 Skala Intensitas Kepentingan pada Matriks Pairwise Comparison

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua kriteria sama penting
3	Kriteria yang satu sedikit lebih penting daripada kriteria lainnya
5	Kriteria yang satu lebih penting daripada kriteria lainnya.
7	Kriteria yang satu jelas lebih mutlak



	penting daripada kriteria lainnya
9	Kriteria yang satu mutlak penting daripada kriteria lainnya.
2,4,6,8	Nilai-nilai di antara dua nilai pertimbangan kriteria yang berdekatan
Kebalikan	Jika aktivitas x mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas y, maka y memiliki nilai kebalikan dari x.

1. Menormalisasi matriks keputusan dengan cara setiap kolom matriks dijumlahkan, lalu masing-masing kriteria pada matriks dibagi dengan nilai total kolomnya. Kemudian menentukan rata-rata baris matriks yang membuat himpunan sejumlah n bobot w , yaitu w_1, w_2, \dots, w_n .
2. Kemudian menentukan tingkat konsistensi dari matriks perbandingan berpasangan yang telah didapat dari langkah sebelumnya. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah :
 - a. Mengalikan masing-masing nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif pada kriteria pertama nilai pada kolom kedua dengan prioritas relatif pada kriteria kedua, dan seterusnya.
 - b. Menjumlahkan nilai pada setiap baris. Kemudian hasil penjumlahan tersebut dibagi dengan nilai kriteria prioritas relatif yang berkaitan.
 - c. Menjumlahkan hasil pada langkah poin (b) dengan banyaknya

kriteria, kemudian disebut dengan λ max.

- d. Menghitung *Consistency Index* (CI) dengan persamaan 2.

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

Di mana n adalah banyaknya kriteria

- a. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) dengan persamaan 3.

$$CR = CI / IR \quad (3)$$

2. IR adalah *Indeks Random Consistency*. *Indeks Random Consistency* dapat dilihat dalam tabel 2 dibawah :

Tabel 2 Tabel Indeks *Random* Konsistensi

Ukuran Matriks	Nilai IR
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.48
13	1.46
14	1.57
15	1.58

Jika nilai $CR \leq 0.1$, maka matriks perbandingan berpasangan dapat dikatakan konsisten dan bobot yang dihasilkan dapat digunakan untuk perbandingan alternatif dengan metode TOPSIS pada langkah selanjutnya pada penelitian ini. (Trianto, 2013)

Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang (1981). TOPSIS menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan terjauh



dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak Euclidean untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi negatif-ideal terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap atribut. TOPSIS mempertimbangkan keduanya, jarak terhadap solusi ideal positif dan jarak terhadap solusi ideal negatif dengan mengambil kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif. Berdasarkan perbandingan terhadap jarak relatifnya, susunan prioritas alternatif bisa dicapai. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan. Hal ini disebabkan konsepnya sederhana, mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan. (Yoon & Hwang, 1981).

Langkah-langkah metode TOPSIS

Langkah-langkah yang ada di metode TOPSIS adalah :

1. Membuat matriks keputusan ternormalisasi

Metode TOPSIS memerlukan rating kinerja tiap alternatif pada setiap criteria yang ternormalisasi. Persamaan matriks ternormalisasi dapat dilihat pada persamaan 4.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4)$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, m$; dan $j = 1, 2, \dots, n$.

r_{ij} = matriks keputusan ternormalisasi.

x_{ij} = bobot kriteria ke j pada alternatif ke i .

i = alternatif ke i .

j = subkriteria ke j .

2. Membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot

Nilai matriks ternormalisasi terbobot dilambangkan dengan y_{ij} , dapat dihitung dengan persamaan 5.

$$y_{ij} = w_j r_{ij} \quad (5)$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, m$; dan $j = 1, 2, \dots, n$. Di mana w_j adalah bobot dari kriteria ke- j .

Vol.14 No.3 Oktober 2019

Pemberian bobot dengan memakai hasil dari perhitungan AHP sebelumnya.

1. Menentukan matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negative

Berdasarkan rating bobot ternormalisasi maka dapat menentukan solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negatif (A^-) Untuk dapat menentukan solusi ideal sebelumnya harus ditentukan apakah atribut bersifat keuntungan (*benefit*) atau bersifat biaya (*cost*).

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (6)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (7)$$

Di mana,

$$y_j^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \min_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases}$$

$$y_j^- = \begin{cases} \min_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \max_i y_{ij} & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases}$$

Atribut keuntungan adalah atribut yang diberikan nilai tinggi untuk mendapatkan jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan terjauh dengan solusi ideal negatif. Sebaliknya, atribut biaya adalah atribut yang diberikan nilai kecil untuk mendapatkan jarak terjauh dari solusi ideal positif dan terdekat dari solusi ideal negatif.

y_j^+ adalah nilai terbesar dari matriks y pada tiap kriteria ke j .

y_j^- adalah nilai terkecil dari matriks y pada tiap kriteria ke j .

2. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Jarak antara nilai alternatif ke i dengan solusi ideal positif dapat dirumuskan dengan persamaan 8, dan jarak antara nilai alternatif ke i dengan solusi ideal negatif dapat dirumuskan dengan persamaan 9.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j^+ - y_{ij})^2} \quad (8)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad (9)$$

D_i^+ adalah jarak antara nilai alternatif ke i dengan solusi ideal positif.

D_i^- adalah jarak antara nilai alternatif ke i dengan solusi ideal negatif.



3. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif

Nilai preferensi (V_i) terbesar menunjukkan alternatif ke i lebih layak untuk dipilih sebagai solusi terbaik. Nilai V_i dapat dihitung dengan persamaan 10.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (10)$$

V_i adalah nilai preferensi yang menunjukkan nilai dari alternatif ke i . Setelah didapat nilai V_i , maka alternatif akan dirangking berdasarkan urutan nilai V_i . Nilai terbesar dari V_i menunjukkan bahwa alternatif ke i adalah solusi yang paling disarankan. (Trianto, 2013)

Fuzzy Linear Programming

Menurut Zimmermann (1978), *Fuzzy Linear Programming* terdiri dari *Fuzzy Goals* dan *Fuzzy Constraints* yang dapat dirumuskan sedemikian rupa sehingga dapat memecahkan masalah pemrograman linier normal.

Berikut masalah pemrograman linier biasa yang disampaikan oleh Zimmermann (1978) :

$$\text{Minimisasi } Z = Cx \quad (11)$$

$$Ax \leq b \quad (12)$$

$$x \geq 0 \quad (13)$$

Setelah fuzzifikasi persamaan dapat direpresentasikan seperti ini :

$$\check{C}x \approx Z \quad (14)$$

$$\check{A}x \approx b \quad (15)$$

$$x \geq 0 \quad (16)$$

Simbol \approx dalam *constraint* menunjukkan 'lebih kecil dari atau sama dengan' dan memungkinkan tercapai beberapa tingkat aspirasi di mana \check{C} dan \check{A} mewakili nilai-nilai fuzzy. (Shaw, Shankar, Yadav, & Thakur, 2012).

Solusi Formulasi

Solusi fuzzy adalah persimpangan dari semua himpunan fuzzy baik *Fuzzy objective* maupun *fuzzy constraint* (Bellman & Zadeh, 1970). Fungsi keanggotaan dari solusi fuzzy direpresentasikan dengan :

<http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI>

Open Journal Systems

$$\mu_S(x) = \mu_Z(x) \cap \mu_C(x) = \min[\mu_Z(x); \mu_C(x)] \quad (20)$$

$\mu_Z(x)$, $\mu_C(x)$, dan $\mu_S(x)$ menunjukkan fungsi keanggotaan dari *objectives* dan *constraints*.

Solusi fuzzy dari model pemilihan *supplier* dengan J fuzzy multiple objectives dan K constraints dapat direpresentasikan sebagai :

$$\mu_S(x) = \left(\bigcap_{j=1}^J \mu_{Z_j}(x) \right) \cap \left(\bigcap_{k=1}^K \mu_{C_k}(x) \right)$$

$$= \min \left[\min_{j=1,2,\dots,J} \mu_{Z_j}(x), \min_{k=1,2,\dots,K} \mu_{C_k}(x) \right] \quad (21)$$

Derajat tertinggi dari nilai keanggotaan adalah solusi optimum dari masalah pemilihan *supplier*.

$$\mu_S(x^*) = \max_{x \in S} \mu_S(x) =$$

$$\max_{x \in X} \min \left[\min_{j=1,2,\dots,J} \mu_{Z_j}(x), \min_{k=1,2,\dots,K} \mu_{C_k}(x) \right] \quad (22)$$

(Shaw, Shankar, Yadav, & Thakur, 2012)

Perumusan Crisp dari model pemilihan supplier

Model pemrograman fuzzy terdiri dari *objectives* J dan *constraints* K yang ditransformasi menjadi formulasi *Crisp*.

Perumusan *Crisp* dapat dipresentasikan dengan (Kumar & Shankar, 2006) :

Maximisasi λ

$$\lambda(Z_j^{\max} - Z_j^{\min}) + Z_j(x) \leq Z_j^{\max}, j = 1, 2, \dots, J \quad (23)$$

$$\lambda(d_x) + g_x(x) \leq b_x + d_x, k = 1, 2, \dots, K \quad (24)$$

$$Ax \leq b \text{ untuk semua konstanta deterministik} \quad (25)$$

$$x \geq 0 \text{ integer} \quad (26)$$

$$0 \leq \lambda \leq 1 \quad (27)$$

Menurut Zimmermann (1978) optimum batas bawah Z_j^{\min} dan batas atas Z_j^{\max} dapat dihitung dengan memecahkan fungsi objektif yang sama dua kali seperti minimalisasi dan maksimalisasi masing-masing.

Batas bawah dari nilai-nilai yang optimal (Z_j^{\min}) diperoleh dengan memecahkan masalah pemilihan *supplier* sebagai masalah pemrograman linier.



$$\text{Minimisasi } Z_j(x), j=1,2,\dots,J \quad (29)$$

$$g_k(x) \leq b_x + d_x, k=1,2,\dots,K \quad (30)$$

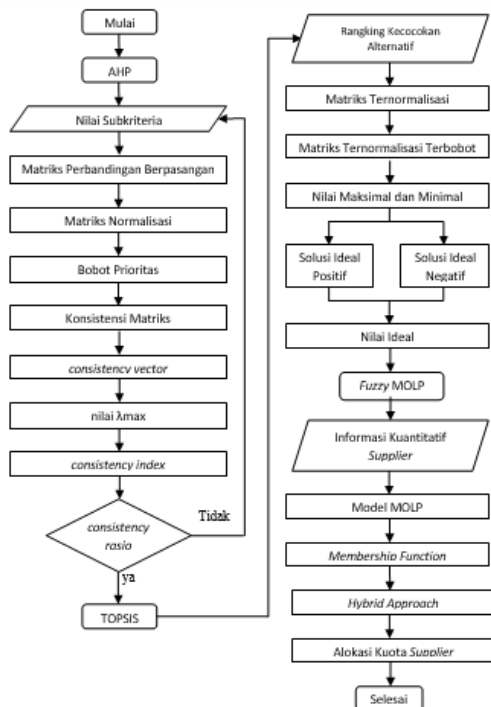
$$Ax \leq b \text{ untuk semua konstanta deterministic} \quad (31)$$

$$x \geq 0 \text{ integer} \quad (32)$$

METODE PENELITIAN

Diagram Alur (Flowchart) Metode AHP TOPSIS dan Fuzzy MOLP

Penelitian ini menggunakan AHP TOPSIS dan Fuzzy MOLP untuk mendapat ranking *supplier* dan alokasi pesanan untuk masing-masing *supplier*. Pada perhitungan AHP akan menentukan bobot prioritas dari setiap subkriteria, perhitungan TOPSIS untuk menghitung nilai ideal dari setiap *supplier* sehingga didapatkan ranking *supplier*, dan pada perhitungan Fuzzy MOLP untuk menghitung alokasi pesanan pada masing-masing *supplier*. Langkah-langkah Metode AHP TOPSIS dan Fuzzy MOLP dapat dilihat dari *flowchart* di bawah ini:



Gambar 1 Flowchart Metode AHP TOPSIS dan Fuzzy MOLP

Langkah-Langkah Metode AHP TOPSIS dan Fuzzy MOLP

Flowchart metode AHP TOPSIS dan Fuzzy MOLP dapat dijelaskan sebagai berikut :

Langkah-langkah dalam metode AHP meliputi :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.

2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria, sub kriteria dan alternatif-alternatif pilihan yang ingin diurutkan.

3. Membentuk matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan pilihan dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.

4. Menormalkan data dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.

5. Menghitung nilai *eigen vector* dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten pengambil data (preferensi) perlu diulangi. Nilai *eigen vector* yang dimaksud adalah nilai *eigen vector* maximum yang diperoleh dengan menggunakan *matlab* maupun manual.

6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.

7. Menghitung *eigen vector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai *eigen vector* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini mensintesis pilihan dan penentuan prioritas elemenelemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.

8. Menguji konsistensi hirarki. Jika tidak memenuhi dengan $CR < 0,100$ maka penilaian harus diulang kembali.

Langkah-langkah dalam metode TOPSIS sebagai berikut :

a. Menentukan rangking kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria dan subkriteria

b. Normalisasi matriks dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks dengan nilai total akar kuadrat dari setiap kolom.

c. Membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot dengan perkalian matriks yang telah ternormalisasi dengan bobot preferensi.



- d. Mencari nilai maksimal dan minimal dari tiap kolom.
- e. Menentukan solusi ideal positif dan negatif.
- f. Mencari nilai ideal dengan solusi ideal negatif dibagi dengan penjumlahan solusi ideal positif dan negatif.

Langkah-langkah dalam metode *Fuzzy MOLP* meliputi :

- a. Melakukan informasi kuantitatif *supplier* dengan subkriteria yang akan diukur adalah harga produk, cacat produk, dan *lead time*. Kemudian batasan yang akan diukur adalah kapasitas *supplier* dan dana yang tersedia untuk pemesanan produk tersebut.
- b. Menghitung *membership function* dengan nilai minimum dan maksimum dari biaya produk, cacat produk, dan *lead time*
- c. Membuat pendekatan *Hybrid* dari fungsi keanggotaan dan *demand constraint*.
- d. Mencari alokasi kuota *supplier* dengan menghitung nilai maksimum pada pendekatan *Hybrid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

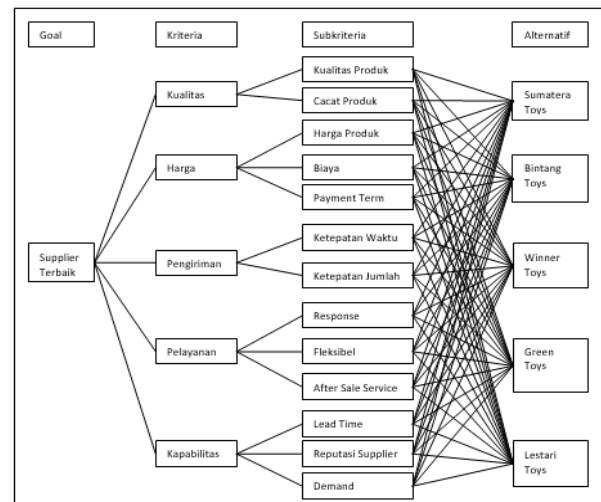
Menentukan Bobot Subkriteria dengan Menggunakan Metode AHP

1. Kriteria-kriteria berdasarkan hasil wawancara dan hasil telaah *literature* yang dianggap cocok digunakan untuk melakukan pemilihan *supplier* pada Toko Jaya Cibodas Toy's, adalah sebagai berikut : Kualitas dengan sub kriteria Kualitas Produk (KL1) dan Cacat Produk (KL2), Kriteria Ekonomis dengan subkriteria Harga Produk (EK1), Biaya (EK2), dan *Payment Term* (EK3). Kriteria Pengiriman dengan sub kriteria Ketepatan Waktu (PG1), Ketepatan Jumlah (PG2). Kriteria Pelayanan dengan sub kriteria *Response* (PL1), Fleksibel (PL2), dan *After Sale Service* (PL3). Kriteria Kapabilitas dengan sub kriteria *Lead Time* (KP1), *Reputasi Supplier* (KP2), dan *demand* (KP3).

Terdapat dua jenis subkriteria pemilihan dari hieraki subkriteria pemilihan yang telah dibentuk yaitu subkriteria subjektif dan

subkriteria objektif. Cakupan subkriteria subjektif yaitu subkriteria yang mana tidak dapat diukur secara kuantitatif seperti kualitas produk, *payment term*, *response*, fleksibel, *after sale service*, dan reputasi *supplier*.

Sedangkan untuk subkriteria objektif yaitu subkriteria penilaian yang dapat diukur secara kuantitatif contoh dari subkriteria ini adalah cacat produk, harga produk, biaya, ketepatan waktu, ketepatan jumlah, *lead time*, dan *demand*.



Gambar 2 Struktur Hirarki Kriteria, Subkriteria, dan Alternatif

Langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan antara elemen-elemen dengan skala satu sampai sembilan. Perbandingan tersebut dengan cara membuat matrik perbandingan berpasangan subkriteria. Matriks tersebut dievaluasi dan dijumlahkan setiap kolomnya, seperti tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria

	KL1	KL2	EK1	EK2	EK3	PG1	PG2
KL1	1	2	3	3	3	3	3
KL2	0.5	1	3	3	3	3	3
EK1	0.333	0.333	1	2	4	3	3
EK2	0.333	0.333	0.5	1	2	3	3
EK3	0.333	0.333	0.25	0.5	1	3	3
PG1	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	1	5
PG2	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	0.2	1
PL1	0.2	0.2	0.2	0.333	0.333	0.2	0.2
PL2	0.143	0.143	0.2	0.333	0.2	0.2	0.333



PL3	0.143	0.111	0.143	0.2	0.2	0.2	0.333
KP1	0.143	0.143	0.2	0.2	0.143	0.111	0.143
KP2	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.111	0.2
KP3	0.111	0.111	0.143	0.111	0.111	0.111	0.143
Jumlah	4.049	5.518	9.445	11.487	14.797	17.133	22.352

Tabel 4 Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria (Lanjutan)

	PL1	PL2	PL3	KP1	KP2	KP3
KL1	5	7	7	7	7	9
KL2	5	7	9	7	7	9
EK1	5	5	7	5	7	7
EK2	3	3	5	5	7	9
EK3	3	5	5	7	7	9
PG1	5	5	5	9	9	9
PG2	5	3	3	7	5	7
PL1	1	5	3	3	5	4
PL2	0.2	1	2	3	3	5
PL3	0.333	0.5	1	3	3	4
KP1	0.333	0.333	0.333	1	2	4
KP2	0.2	0.333	0.333	0.5	1	2
KP3	0.25	0.2	0.25	0.25	0.5	1
Jumlah	33.317	42.367	47.917	57.75	63.5	79

Lakukan perhitungan tersebut pada seluruh angka pada table 5 dan hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 5 Matriks Normalisasi

	KL1	KL2	EK1	EK2	EK3	PG1	PG2
KL1	0.247	0.363	0.318	0.261	0.203	0.175	0.134
KL2	0.124	0.181	0.318	0.261	0.203	0.175	0.134
EK1	0.082	0.061	0.106	0.174	0.270	0.175	0.134
EK2	0.082	0.061	0.053	0.087	0.135	0.175	0.134
EK3	0.082	0.061	0.027	0.044	0.068	0.175	0.134
PG1	0.082	0.061	0.035	0.029	0.023	0.058	0.224
PG2	0.082	0.061	0.035	0.029	0.023	0.012	0.045
PL1	0.049	0.036	0.021	0.029	0.023	0.012	0.009
PL2	0.035	0.026	0.021	0.029	0.014	0.012	0.015
PL3	0.035	0.020	0.015	0.018	0.014	0.012	0.015
KP1	0.035	0.026	0.021	0.018	0.010	0.007	0.006
KP2	0.035	0.026	0.015	0.013	0.010	0.007	0.009
KP3	0.028	0.020	0.015	0.010	0.008	0.007	0.006

Tabel 6 Matriks Normalisasi (Lanjutan)

	PL1	PL2	PL3	KP1	KP2	KP3
KL1	0.150	0.165	0.146	0.121	0.110	0.114
KL2	0.150	0.165	0.188	0.121	0.110	0.114
EK1	0.150	0.118	0.146	0.087	0.110	0.089
EK2	0.090	0.071	0.104	0.087	0.110	0.114
EK3	0.090	0.118	0.104	0.121	0.110	0.114
PG1	0.150	0.118	0.104	0.156	0.142	0.114
PG2	0.150	0.071	0.063	0.121	0.079	0.089
PL1	0.030	0.118	0.063	0.052	0.079	0.051
PL2	0.006	0.024	0.042	0.052	0.047	0.063
PL3	0.010	0.012	0.021	0.052	0.047	0.051
KP1	0.010	0.008	0.007	0.017	0.032	0.051
KP2	0.006	0.008	0.007	0.009	0.016	0.025
KP3	0.008	0.005	0.005	0.004	0.008	0.013

Tabel 7. Matriks Bobot Prioritas

Subkriteria	Bobot
KL1	0.193
KL2	0.173
EK1	0.131
EK2	0.100
EK3	0.096
PG1	0.100
PG2	0.066
PL1	0.044
PL2	0.030
PL3	0.025
KP1	0.019
KP2	0.014
KP3	0.010

Langkah selanjutnya adalah menghitung konsistensi matrik, sebagai berikut pada tabel 8-9:

Tabel 8 Matriks Konsistensi

	KL1	KL2	EK1	EK2	EK3	PG1	PG2
KL1	0.193	0.345	0.393	0.301	0.288	0.299	0.198
KL2	0.097	0.173	0.393	0.301	0.288	0.299	0.198
EK1	0.064	0.058	0.131	0.201	0.384	0.299	0.198
EK2	0.064	0.058	0.066	0.100	0.192	0.299	0.198
EK3	0.064	0.058	0.033	0.050	0.096	0.299	0.198
PG1	0.064	0.058	0.044	0.034	0.032	0.100	0.330
PG2	0.064	0.058	0.044	0.034	0.032	0.020	0.066
PL1	0.039	0.035	0.026	0.034	0.032	0.020	0.013
PL2	0.028	0.025	0.026	0.034	0.019	0.020	0.022
PL3	0.028	0.019	0.019	0.020	0.019	0.020	0.022
KP1	0.028	0.025	0.026	0.020	0.014	0.011	0.010



KP2	0.028	0.025	0.019	0.014	0.014	0.011	0.013
KP3	0.022	0.019	0.019	0.011	0.011	0.011	0.010

Tabel 9 Matriks Konsistensi (Lanjutan)

	PL1	PL2	PL3	KP1	KP2	KP3
KL1	0.220	0.208	0.173	0.133	0.099	0.094
KL2	0.220	0.208	0.222	0.133	0.099	0.094
EK1	0.220	0.148	0.173	0.095	0.099	0.073
EK2	0.132	0.089	0.123	0.095	0.099	0.094
EK3	0.132	0.148	0.123	0.133	0.099	0.094
PG1	0.220	0.148	0.123	0.171	0.128	0.094
PG2	0.220	0.089	0.074	0.133	0.071	0.073
PL1	0.044	0.148	0.074	0.057	0.071	0.042
PL2	0.009	0.030	0.049	0.057	0.043	0.052
PL3	0.015	0.015	0.025	0.057	0.043	0.042
KP1	0.015	0.010	0.008	0.019	0.028	0.042
KP2	0.009	0.010	0.008	0.010	0.014	0.021
KP3	0.011	0.006	0.006	0.005	0.007	0.010

Berikutnya menentukan *Consistency Vector* pada tabel 10

Tabel 10 Consistency Vector

Jumlah Matriks Konsistensi	Bobot prioritas	Bagi
2.942	0.193	15.254
2.722	0.173	15.768
2.141	0.131	16.356
1.608	0.100	16.041
1.526	0.096	15.908
1.544	0.100	15.487
0.976	0.066	14.783
0.633	0.044	14.419
0.412	0.030	13.903
0.342	0.025	13.859
0.254	0.019	13.407
0.195	0.014	13.717
0.147	0.010	14.140
Jumlah		193.040

Pada tahap ini didapatkan nilai lamda (X) dan *Consistency Index* (CI)

λ_{max} = jumlah *Consistency Vector* / jumlah subkriteria = 193.040 / 13 = 14.849

CI = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

$$= (14.849 - 13) / (13-1) = 0.154$$

CR = CI/RI

$$= 0.154 / 1.56 = 0.099$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dimana nilai CR untuk faktor subkriteria yang digunakan menunjukkan nilai yang lebih kecil dari 0.1 maka dapat disimpulkan bahwa perbandingan berpasangan yang dilakukan adalah konsisten, sehingga nilai faktor evaluasi subkriteria yang digunakan pada kasus perhitungan ini dapat digunakan untuk perhitungan AHP.

Hasil Metode TOPSIS

Tabel berikut menunjukkan rangking kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria dan subkriteria :

Tabel 11 Rangking Kecocokan Alternatif

Alternatif	KL1	KL2	Ek1	EK2	EK3	PG1	PG2
Sumatera Toys	3	2	3	3	3	4	5
Bintang Toys	2	3	5	5	5	4	5
Winner Toys	5	4	2	3	2	3	5
Green Toys	2	1	3	2	3	3	5
Lestari Toys	4	2	3	4	3	4	5

Tabel 12 Rangking Kecocokan Alternatif (Lanjutan)

Alternatif	PL1	PL2	PL3	KP1	KP2	KP3
Sumatera Toys	3	3	1	2	3	4
Bintang Toys	1	2	4	5	3	4
Winner Toys	4	5	3	4	5	4
Green Toys	3	3	1	2	4	4
Lestari Toys	3	2	2	3	3	4

Tabel 13 Matriks Ternormalisasi

Alternatif	KL1	KL2	Ek1	EK2	EK3	PG1	PG2
Sumatera Toys	0.394	0.343	0.401	0.378	0.401	0.492	0.447
Bintang Toys	0.263	0.514	0.668	0.630	0.668	0.492	0.447
Winner Toys	0.657	0.686	0.267	0.378	0.267	0.369	0.447
Green Toys	0.263	0.171	0.401	0.252	0.401	0.369	0.447
Lestari Toys	0.525	0.343	0.401	0.504	0.401	0.492	0.447

**Tabel 14 Matriks Ternormalisasi (Lanjutan)**

Alternatif	PL1	PL2	PL3	KP1	KP2	KP3
Sumatera Toys	0.452	0.420	0.180	0.263	0.364	0.447
Bintang Toys	0.151	0.280	0.718	0.657	0.364	0.447
Winner Toys	0.603	0.700	0.539	0.525	0.606	0.447
Green Toys	0.452	0.420	0.180	0.263	0.485	0.447
Lestari Toys	0.452	0.280	0.359	0.394	0.364	0.447

Setelah solusi ideal positif dan negatif

didapat, langkah selanjutnya adalah mencari nilai ideal, nilai ideal dirumuskan :

$$V_i = \frac{V_i^- + V_i^+}{2}$$

adalah nilai preferensi yang menunjukkan nilai dari alternatif ke i.

Nilai Ideal

$$\text{Sumatera Toys} = \frac{0.050}{0.050+0.095} = 0.345$$

$$\text{Bintang Toy} = \frac{0.098}{0.098+0.085} = 0.535$$

$$\text{Winner Toys} = \frac{0.120}{0.120+0.071} = 0.629$$

$$\text{Green Toys} = \frac{0.026}{0.026+0.132} = 0.163$$

$$\text{Lestari Toys} = \frac{0.070}{0.070+0.081} = 0.465$$

Jadi, dari nilai yang telah diperoleh nilai Winner Toys adalah nilai terbesar, sehingga Winner Toys dipilih sebagai *supplier* terbaik.

Menentukan Alokasi Kuota

Metode MOLP

Model *Multi Objective Linear Programming* didasarkan pada subkriteria penilaian yang dapat diukur secara kuantitatif. Dalam metode ini subkriteria yang akan diukur adalah harga produk, cacat produk, dan *lead time*. Dengan batasan kapasitas *supplier* dan dana yang tersedia untuk pemesanan produk tersebut. Permintaan produk yang diperkirakan sekitar 240 pcs dengan *range* permintaan dari 228 pcs sampai 252 pcs dan jumlah cacat yang diharapkan sebanyak 10 pcs.

Berikut informasi kuantitatif *supplier* pada tabel di bawah ini :

Tabel 19 Infomasi Kuantitatif Supplier

Supplier	Nama Barang	Harga	Cacat (%)	Lead Time (%)	Kapasitas	Dana
Sumatera Toys	Mobil R/C Overspeed + CH 451/452	120rb	0.05	0.07	120	9jt
Bintang Toys	Mobil R/C Whisker +CH 258/278	130rb	0.02	0.04	144	8jt
Winner Toys	Mobil R/C Famous Car + CH 3006	135rb	0.01	0.05	108	15jt
Green Toys	Mobil R/C Dream Car +CH 8001	132.5rb	0.02	0.08	96	11jt
Lestari Toys	Mobil R/C Force King + CH 938	127.5rb	0.03	0.03	96	7jt

Berikut model matematika dari *Multi Objective Linear Programming* adalah objektif Z_1 untuk meminimalkan biaya produk, objektif Z_2 untuk

Tabel 15 Matriks Ternormalisasi Terbobot

Alternatif	KL1	KL2	EK1	EK2	EK3	PG1	PG2
Sumatera Toys	0.076	0.059	0.052	0.038	0.038	0.049	0.030
Bintang Toys	0.051	0.089	0.087	0.063	0.064	0.049	0.030
Winner Toys	0.127	0.118	0.035	0.038	0.026	0.037	0.030
Green Toys	0.051	0.030	0.052	0.025	0.038	0.037	0.030
Lestari Toys	0.101	0.059	0.052	0.051	0.038	0.049	0.030

Tabel 16 Matriks Ternormalisasi Terbobot (Lanjutan)

Alternatif	PL1	PL2	PL3	KP1	KP2	KP3
Sumatera Toys	0.020	0.012	0.004	0.005	0.005	0.005
Bintang Toys	0.007	0.008	0.018	0.012	0.005	0.005
Winner Toys	0.026	0.021	0.013	0.010	0.009	0.005
Green Toys	0.020	0.012	0.004	0.005	0.007	0.005
Lestari Toys	0.020	0.008	0.009	0.007	0.005	0.005

Tabel 17 Tabel Nilai Maksimal dan Minimal

Subkriteria	Max	Min
KL1	0.127	0.051
KL2	0.118	0.030
EK1	0.087	0.035
EK2	0.063	0.025
EK3	0.064	0.026
PG1	0.049	0.037
PG2	0.030	0.030
PL1	0.026	0.007
PL2	0.021	0.008
PL3	0.018	0.004
KP1	0.012	0.005
KP2	0.009	0.005
KP3	0.005	0.005

Tabel 18 Solusi Ideal Positif dan Negatif

Solusi Ideal Positif	Solusi Ideal Negatif
0.095	0.050
0.085	0.098
0.071	0.120
0.132	0.026
0.081	0.070



meminimalkan cacat produk, dan objektif Z_3 untuk meminimalkan *lead time*.

$$Z_1 = 120000x_1 + 130000x_2 + 135000x_3 + 132500x_4 + 127500x_5$$

$$Z_2 = 0.05x_1 + 0.02x_2 + 0.01x_3 + 0.02x_4 + 0.03x_5$$

$$Z_3 = 0.07x_1 + 0.04x_2 + 0.05x_3 + 0.08x_4 + 0.03x_5$$

Constrain :

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 240$$

$$x_1 \leq 120$$

$$x_2 \leq 144$$

$$x_3 \leq 108$$

$$x_4 \leq 96$$

$$x_5 \leq 96$$

$$0.05x_1 + 0.02x_2 + 0.01x_3 + 0.02x_4 + 0.03x_5 \leq 10$$

$$120000x_1 \leq 9000000$$

$$130000x_2 \leq 8000000$$

$$135000x_3 \leq 15000000$$

$$132500x_4 \leq 11000000$$

$$127500x_5 \leq 7000000$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0$$

Metode Fuzzy MOLP

Prosedur perhitungan model MOLP di atas, fungsi objektif Z_1 diminimalkan dengan *constraints* untuk mendapatkan batas bawah dari suatu fungsi objektif. Fungsi objektif Z_1 juga dimaksimalkan dengan *constraints* untuk mendapatkan batas atas dari suatu fungsi objektif. Ulangi fungsi objektif Z_2 dan Z_3 untuk mendapatkan batas atas dan batas bawah dari suatu fungsi objektif. Berikut perhitungan fungsi keanggotaan nilai minimum dan maksimum dari biaya produk, cacat produk, dan *lead time* dengan aplikasi web bahasa pemrograman PHP :

Tabel 20 Perhitungan Fungsi Keanggotaan

Fungsi objektif	$\mu=1$	$\mu=0$
Z_1	30434144.042	31947547.170
Z_2	3.72	7.599
Z_3	10.59	15.99

Formulasi *crisp* dari masalah pemilihan *supplier* diformulasikan dengan menggunakan bobot prioritas. Bobot disini diambil dari perhitungan AHP yang telah dilakukan

sebelumnya pada table 7. Dalam formulasi *crisp*, memaksimalkan nilai penjumlahan dari fungsi keanggotaan suatu fungsi objektif dan *constraints*. Dalam formulasi *crisp*, tiga syarat pertama adalah fungsi keanggotaan dari suatu fungsi objektif (Z_1, Z_2 , dan Z_3) dan syarat ke lima (γ_1) adalah fungsi keanggotaan dari *demand constraint*.

Pendekatan *hybrid*

$$\text{Maksimal } 0.131 \lambda_1 + 0.173 \lambda_2 + 0.019 \lambda_3 + 0.01 \gamma_1$$

$$\lambda_1 \leq \frac{31947547.170 - (120000x_1 + 130000x_2 + 135000x_3 + 132500x_4 + 127500x_5)}{1513403.13}$$

$$\lambda_2 \leq \frac{7.599 - (0.05x_1 + 0.02x_2 + 0.01x_3 + 0.02x_4 + 0.03x_5)}{3.879}$$

$$\lambda_3 \leq \frac{15.99 - (0.07x_1 + 0.04x_2 + 0.05x_3 + 0.08x_4 + 0.03x_5)}{5.4}$$

$$\lambda_1 \gamma_1 \leq \frac{252 - (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)}{12}$$

$$\gamma_1 \leq \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) - 228}{12}$$

$$x_1 \leq 120$$

$$x_2 \leq 144$$

$$x_3 \leq 108$$

$$x_4 \leq 96$$

$$x_5 \leq 96$$

$$0.05x_1 + 0.02x_2 + 0.01x_3 + 0.02x_4 + 0.03x_5 \leq 10$$

$$120000x_1 \leq 9000000$$

$$130000x_2 \leq 8000000$$

$$135000x_3 \leq 15000000$$

$$132500x_4 \leq 11000000$$

$$127500x_5 \leq 7000000$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0$$

Tabel berikut menyajikan hasil pengurutan alokasi kuota berdasarkan ranking *supplier* yang telah diurutkan pada tabel 22 :

Tabel 22 Bobot Supplier dan Alokasi Kuota

Supplier	Bobot <i>supplier</i>	Rangking	Solusi hybrid	Alokasi Kuota (%)
Winner Toys	0.629	1	108	45
Sumatera Toys	0.535	2	61.539	25.6
Bintang Toys	0.465	3	54.902	22.9
Lestari Toys	0.345	4	15.56	6.5
Green Toys	0.163	5	0	0

Jadi, dari hasil perhitungan solusi optimal yang telah diperoleh alokasi kuota Winner Toys



sebesar 45% sehingga alokasi kuota Winner Toys adalah nilai terbesar.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan sebelumnya maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu

1. Metode AHP menghasilkan bobot subkriteria kualitas produk 0.193, cacat produk 0.173, harga produk 0.131, biaya 0.100, *payment term* 0.096, ketepatan waktu 0.100, ketepatan jumlah 0.066, *response* 0.044, fleksibel 0.030, *after sale service* 0.025, *lead time* 0.019, reputasi *supplier* 0.014, *demand* 0.010
2. Metode TOPSIS menghasilkan ranking 1 (Winner Toys), rangking 2 (Sumatera Toys), rangking 3 (Bintang Toys), rangking 4 (Lestari Toys), dan rangking 5 (Green Toys).
3. Menghitung alokasi kuota digunakan FMOLP dengan hasil Winner Toys 45%, Sumatera Toys 25,6%, Bintang Toys 22,9%, Lestari Toys 6.5%, dan Green Toys 0%.
4. Dengan penggunaan program aplikasi, perhitungan proses evaluasi dan pemilihan *supplier* menjadi lebih cepat dan mudah, sehingga peringkat *supplier* dan alokasi pesanan dapat segera diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). Decision making in a fuzzy environment. *Management Science*, 17(4), 141–164.
- [2] Caesaron, D. (2014). Penentuan Strategi Pembinaan UMKM Provinsi DKI Jakarta Dengan Menggunakan Metode AHP TOPSIS. *Jurnal Metris*. 15(1), 77-82.
- [3] Darmawan, P., & Susanto, A. (2014). Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Beasiswa bagi Guru dan Staf dengan Metode AHP dan TOPSIS. Diakses 10 Juli 2015 dari <http://eprints.dinus.ac.id/>
- [4] Hwang, C.L. dan Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Berlin: Springer Verlag.
- [5] Merry, L., Ginting, M., & Marpaung, B. (2014). Pemilihan Supplier Buah dengan Pendekatan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan TOPSIS. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*. 3(9): 48-58
- [6] Masyhudi, L., & Khalik, w. (2018). Penentuan Rute Wisata Minimum Di Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat Dengan Pendekatan Algoritma Dijkstra. *Media bina ilmiah*, 12(12), 689–698.
- [7] Mulyono, S. (2004). *Riset Operasional*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [8] Paryanta, & Arbelia. (2011). Penerapan Metode AHP dan TOPSIS Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Kenaikan Jabatan Bagi Karyawan, diakses 9 Juli 2015 dari <http://stmik-aub.ac.id/>
- [9] Priyanti, D., & Iriani, S. (2013). Sistem Informasi Data Penduduk Pada Desa Bogoharjo Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Pacitan. *Indonesian Journal on Networking and Security*, 2 (4), 56.
- [10] Shaw, K., Shankar, R., Yadav, R., Yadav, S. S., & Thaur, L. S. (2012). Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain. *Journal Elsevier*. 39(2): 8182-8192
- [11] Trianto, R. B. (2013). Penentuan Peminatan Peserta Didik Menggunakan Metode AHP-TOPSIS. *Jurnal Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro*. 1(10): 1-11
- [12] Zimmermann, H. J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 45–55